

Конденсация и разделение продуктов хлорирования при производстве тетрахлорида титана

В статье описан технологический процесс конденсации и разделения продуктов хлорирования при производстве тетрахлорида титана, повышающий степень извлечения тетрахлорида титана и снижающий количество операций, а также энергозатраты. Основные технологические особенности процесса состоят в том, что отделение частиц шихты производят до охлаждения парогазовой смеси, а крупнодисперсных твердых хлоридов после охлаждения, после чего отделяют высокодисперсные твердые хлориды от парообразного тетрахлорида титана, используя нагретый при конденсации до точки росы тетрахлорид титана, затем конденсируют пары тетрахлорида титана, используя чистый тетрахлорид титана вначале с температурой окружающей среды, а затем охлажденный до температуры не ниже -23°C .

тетрахлорид титана, конденсация, разделение, парогазовая смесь, фильтры, точка росы, диспергирование

Известные технологии конденсации и разделения продуктов хлорирования при производстве тетрахлорида титана, включают охлаждение парогазовой смеси, выходящей из хлоратора, разделение твердых и парообразных хлоридов, конденсацию паров тетрахлорида титана [1,2]. Охлаждение парогазовой смеси происходит через боковые поверхности «сухих» конденсаторов, а конденсацию осуществляют обильно орошая охлажденной до -10°C суспензией тетрахлорида титана парообразных и высокодисперсных твердых хлоридов. Отстаивают конденсат, состоящий из тетрахлорида титана и твердых хлоридов, с последующим отделением осветленного тетрахлорида титана от его суспензии и выпариванием из суспензии тетрахлорида титана.

К недостаткам этих технологий следует отнести снижение с течением времени производительности процесса вследствие наружного охлаждения стенок конденсаторов, что приводит к образованию на внутренних поверхностях теплообменных аппаратов теплоизоляционного слоя из твердых хлоридов, и, следовательно, к ухудшению теплообмена с окружающей средой. Это вызывает необходимость периодической чистки системы. Кроме того, полученную при конденсации смесь высокодисперсных твердых и жидких хлоридов очень трудно разделять отстаиванием смеси. К недостаткам следует отнести и большие энергозатраты, связанные с выпариванием из суспензии тетрахлорида титана (для этих целей на титано-магниевых комбинатах имеется специальное вспомогательное производство), а также энергозатраты, связанные с охлаждением больших количеств суспензии, необходимой для конденсации парообразных хлоридов.

Известна технология конденсации и разделения продуктов хлорирования при производстве тетрахлорида титана, включающая охлаждение парогазовой смеси до точки росы тетрахлорида титана путем диспергирования в неё суспензии, отделение крупнодисперсных частиц шихты и твердых хлоридов от парогазовой смеси, конденсацию паров тетрахлорида титана орошением жидких тетрахлорида титана, разделение высокодисперсных твердых хлоридов и тетрахлорида титана орошением парогазовой смеси жидким тетрахлоридом титана, полученным при конденсации паров от испарившихся капель суспензии тетрахлорида титана на стадии охлаждения с последующим возвращением полученной суспензии на диспергирование для охлаждения [3].

В этой технологическом процессе наблюдается недостаточно полное извлечение тетрахлорида титана вследствие совместного выделения из парогазового потока твердых частиц шихты и хлоридов. Технологическая схема сложна из-за совместной конденсации паров тетрахлорида титана и очистки парогазовой смеси от высокодисперсных частиц, осуществляемая в несколько ступеней. Велики энергетические потери при конденсации на последних стадиях вследствие орошения охлажденным тетрахлоридом титана всей парогазовой смеси.

Описанный в статье технологический процесс позволяет увеличить степень извлечения тетрахлорида титана, снижает количество операций и энергозатраты. Основные операции процесса конденсации и разделения продуктов хлорирования при производстве тетрахлорида титана:

- охлаждение парогазовой смеси до точки росы тетрахлорида титана путем диспергирования в неё суспензии тетрахлорида титана;
- отделение крупнодисперсных частиц шихты и твердых хлоридов от парогазовой смеси;
- конденсацию паров тетрахлорида титана орошением жидким тетрахлоридом титана.

Основные технологические особенности процесса конденсации и разделения продуктов хлорирования при производстве тетрахлорида титана:

- отделение частиц шихты производят до охлаждения парогазовой смеси, а крупнодисперсных твердых хлоридов после охлаждения, после чего отделяют высокодисперсные твердые хлориды от парообразного тетрахлорида титана, используя нагретый при конденсации до точки росы тетрахлорид титана;
- конденсируют пары тетрахлорида титана, используя чистый тетрахлорид титана вначале с температурой окружающей среды, а затем охлажденный до температуры не ниже -23°C .

В изложенной технологии осуществляют раздельное улавливание частиц шихты и твердых хлоридов. Это связано с тем, что частицы шихты, не прореагировавшие в шахтном хлораторе, безвозвратно теряются. Потери оксидов составляют 1,34% от общего объема. Раздельное улавливание позволяет снова вовлекать частицы шихты (после предварительного их брикетирования) в процессе получения парогазовой смеси в шахтном хлориде, что способствует увеличению извлечения тетрахлорида титана.

Очищенная от частиц шихты парогазовая смесь поступает в вертикальный охладитель-конденсатор, в котором охлаждение осуществляют, диспергируя навстречу нагретому потоку парогазовой смеси суспензию тетрахлорида титана.

Отделение крупных частиц хлоридов осуществляют на инерционном пылеуловителе бункерного типа. При этом частицы хлоридов крупнее $30 \cdot 10^{-6}$ м улавливаются и накапливаются в сборнике.

Предварительно очищенную от крупных частиц парогазовую смесь направляют в мокрый уловитель высокодисперсных твердых хлоридов, в котором отделение высокодисперсных частиц от парогазовой смеси осуществляется вводя в неё капли нагретого до точки росы тетрахлорида титана. При этом условиях пары тетрахлорида титана не конденсируются, а высокодисперсные частицы твердых хлоридов «вымывают» из парогазовой смеси и стенок уловителя обильный поток капель нагретого тетрахлорида титана. Необходимое для «вымывания» количество (≈ 10 т/час) нагретого тетрахлорида титана получают, конденсируя очищенную от высокодисперсных частиц парогазовую смесь в трубах кожухотрубного теплообменника, расположенного в верхней части мокрого пылеуловителя. Конденсат по внутренним поверхностям многочисленных трубок стекает в очищенную от высокодисперсных частиц парогазовую смесь в мокром пылеуловителе, а затем его направляют в охладитель – конденсатор для охлаждения

парогазовой смеси до точки росы тетрахлорида титана. Таким образом, большая часть ($\approx 90\%$) парогазовой смеси находится в замкнутом цикле (испаряется в охладителе-конденсаторе и конденсируется в кожухотрубном теплообменнике).

Использование этого цикла позволяет очистить парогазовую смесь от твердых хлоридов более, чем на 95 %. Кроме того, уменьшить количество операций вследствие разделения процессов очистки парогазовой смеси от высокодисперсных твердых хлоридов и процесса конденсации паров тетрахлорида титана.

Приблизительно 10 % очищенной от высокодисперсных частиц парогазовой смеси направляют на заключительную стадию процесса – конденсацию. В первом конденсаторе конденсируют (92%) поступающих паров, орошая их чистым тетрахлоридом титана при температуре окружающей среды. Неконденсирующиеся пары тетрахлорида титана (8%) направляют во второй относительный конденсатор, в котором их охлажденным до температуры не ниже -23°C (-23°C – температура замерзания тетрахлорида титана) чистым тетрахлоридом титана. Процесс конденсации паров тетрахлорида титана в двух конденсаторах диспергированным тетрахлоридом титана при различных температурах снижает энергозатраты вследствие охлаждения до низких температур меньших количеств жидкого тетрахлорида титана в холодильнике.

Предложенный технологический цикл поясняется схемой (рис. 1).

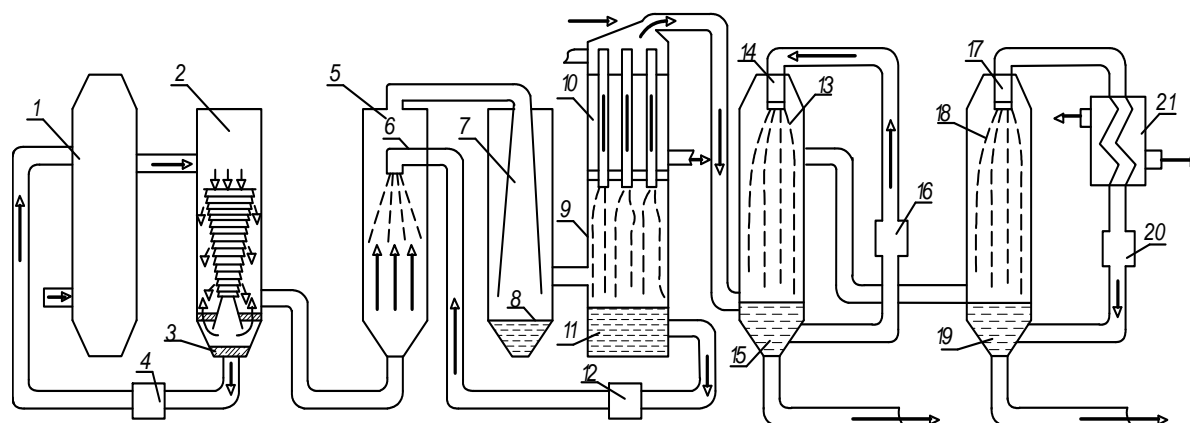


Рисунок 1– Аппаратурно-технологическая схема конденсации и разделения продуктов хлорирования

Шахтный хлоратор 1 соединен газоходом с жалюзийным пылеуловителем оксидов 2. В нижней части пылеуловителя 2 имеется бункер 3 для сбора оксидов. Бункер 3 соединен с производством шихты для хлорирования 4, которое в свою очередь связано с хлоратором 1. Пылеуловитель оксидов 2 связан с охладителем – конденсатором 5; в верхней части которого расположено диспергирующее устройство 6 и имеется выход для охлажденной парогазовой смеси, который связан с инерционным отделителем 7 твердых хлоридов от парообразных хлоридов. В нижней части инерционного отделителя 7 находится приемник 8 для сбора твердых хлоридов, а в боковой поверхности сделан выход для очищенных крупных твердых хлоридов газов, через который они попадают в мокрый пылеуловитель 9. В верхней части мокрого пылеуловителя 9 расположен кожухотрубный теплообменник-конденсатор 10, а в нижней – емкость 11 для сбора

суспензии тетрахлорида титана с погружным насосом 12, который соединен с диспергирующим устройством 6. Кожухотрубный теплообменник 10 соединен газоходом с относительным конденсатором 13, в верхней части которого расположено диспергирующее устройство 14, а в нижней – емкость 15 для сбора чистого тетрахлорида титана. Погружной насос 16 соединен с диспергирующим устройством 14, а емкость 15 – с резервуаром для накопления и хранения тетрахлорида титана. Оросительный конденсатор 13 соединен с газоходом с относительным конденсатором 17. В верхней части которого расположено диспергирующее устройство 18, а в нижней – емкость 19 для сбора чистого тетрахлорида титана. Погружной насос 20 соединен с холодильником 21 и далее с диспергирующим устройством 18.

Парогазовая смесь, нагретая в шахтном хлораторе 1 до 800°C , проходит через жалюзийный пылеуловитель оксидов 2. Параметры пылеуловителя рассчитаны на объемный расход парогазовой смеси, равный $6000 \text{ м}^3/\text{час}$ (гидравлическое сопротивление 500 Па , скорость газов во входной части камеры – $7,5 \text{ м/с}$, входное сечение $0,22 \text{ м}^2$; содержит два набора по 26 лопастей решетки, выполненной из графита; длина каждой лопасти $0,47 \text{ м}$; высота пылеуловителя $1,38$). Пылеуловитель 2 размещен в трубе диаметром $0,8 \text{ м}$ и позволяет улавливать частицы размером свыше $0,5 \cdot 10^{-4} \text{ м}$. Отделенные от парогазового потока частицы оксидов собирают в бункер 3, из которых формируют брикеты 4 для хлорирования в шахтном хлораторе 1.

Очищенную от твердых частиц шихты парогазовую смесь охлаждают до точки росы (136°C) тетрахлорида титана в охладителе-конденсаторе 5. С этой целью из диспергирующего устройства 6 навстречу потоку парогазовой смеси впрыскивают суспензию тетрахлорида титана при температуре окружающей среды. Количество тетрахлорида титана, необходимое для охлаждения парогазовой смеси от 860°C до 136°C , рассчитанное для газохода высотой $h=7 \text{ м}$ и диаметром $d=1,2 \text{ м}$ при производительности шахтного хлоратора – $6000 \text{ м}^3/\text{час}$ составляет $36 \cdot 10^3 \text{ кг/час}$.

Параметры трехсоловой центробежно-струйной форсунки 6 с цилиндрическим вкладышем рассчитаны исходя из объемного расхода жидкого тетрахлорида титана, равного $5,78 \cdot 10^{-3} \text{ м}^3/\text{с}$, перепада давления форсунки $3 \cdot 10^5 \text{ Па}$ и угла раскрытия факела $70 - 80^{\circ}\text{C}$. При этих данных капли из равномерно заполненного факела распыла не попадают на стенки охладителя-конденсатора 5, а размер капель не превышает 10^{-3} м . Следовательно, время полного испарения тетрахлорида титана из капли суспензии, находящейся в нагретом газовом потоке не более $1,5 \text{ с}$ и не превышает время нахождения капли в газоходе ($\approx 2 \text{ с}$). При отношении жидкого тетрахлорида к твердым взвесям в суспензии $5:1$ из капель суспензии радиусом 10^{-3} м (после испарения из них тетрахлорида титана) получают твердые частицы радиусом $0,6 \cdot 10^{-3} \text{ м}$. Одновременно с процессом испарения тетрахлорида титана из капель в охладителе-конденсаторе 5 при охлаждении парогазовой смеси идет процесс конденсации газообразных высококипящих хлоридов на частицах, образующихся после испарения капель суспензии, и частицах, вынесенных из хлоратора.

Таким образом, частицы укрупняются за счет конденсации хлоридов из парогазовой смеси до точки росы которых выше, чем у тетрахлорида титана.

Из охладителя-конденсатора 5 охлажденная до 136°C парогазовая смесь со взвешенными в ней укрупненными частицами поступает в инерционный отделитель твердых хлоридов 7. В инерционном отделителе 7 парогазовый поток с твердыми хлоридами направляется вначале вниз по расширяющемуся конусу, а затем поворачивает на 180° и выводится в верхней части через отверстие в боковой поверхности инерционного отделителя. В результате частицы твердых хлоридов подвергаются дополнительному усилию, направляющему их в сторону сборника 8. Расширяющийся конус позволяет постепенно снизить скорость газового потока и препятствует

вторичному уносу частиц и оседанию их на поверхности. В инерционном отделителе 7 скорость газа в свободном сечении камеры составляет примерно 1м/с, а во входной цилиндрической трубе около 15 м/с. Диаметр инерционного отделителя 7-0,8м, высота 1,2 м, гидравлическое сопротивление 45 мм.водн.ст. При этих условиях частицы пыли крупнее ($3 \cdot 10^{-5}$ м) улавливают на 85%.

Практически полного отделения высокодисперсных частиц от паров тетрахлорида титана добиваются в мокром пылеуловителе 9, в верхней части которого расположен кожухотрубный теплообменник-конденсатор 10.

В кожухотрубном теплообменнике на внутренней поверхности труб конденсируется 36000кг/час насыщенного пара тетрахлорида титана из парогазовой смеси под атмосферным давлением. Хладоагент (вода) движется в межтрубном пространстве, отбирая тепло труб, нагревается с 20°C до 50°C . Теплообменник 10 имеет следующие параметры: диаметр кожуха 1,8 м, число труб - 475, диаметр трубы $(57,2) \cdot 10^{-3}$ м, длина трубы – 3м, расстояние между сегментными перегородками – 0,3 м.

Жидкий тетрахлорид титана при температуре конденсации ($\approx 120^{\circ}\text{C}$) стекает каплями и попадает в парогазовую смесь, содержащую высокодисперсные твердые хлориды, в мокром пылеуловителе 9. Капли «вымывают» частицы из парогазовой смеси и смывают налипшие частицы с боковой поверхности камеры мокрого пылеуловителя. Капли суспензии оседают в емкость 11, из которой с помощью погруженного насоса 12 всю сконденсировавшуюся жидкость (36000 кг/час) подают на форсунку 6 для охлаждения парогазовой смеси, выходящей из хлоратора 1.

В кожухотрубный теплообменник 10 попадают 40000 кг/час насыщенного пара тетрахлорида титана. Следовательно, 4000 кг/час, практически полностью очищенных от твердых хлоридов паров тетрахлорида титана, направляют в оросительный конденсатор 13. В оросительном конденсаторе 13 92% парогазовой смеси конденсируется при её орошении очищенным жидким тетрахлоридом титана, имеющим температуру равную температуре окружающей среды (производительность диспергирующих форсунок – 350 л/час). Несконденсировавшиеся пары тетрахлорида титана (8%) направляют во второй оросительный конденсатор 17, в котором орошение паров тетрахлорида титана осуществляют охлажденным в холодильнике 21 до температуры не ниже -23°C очищенным жидким тетрахлоридом титана.

Тетрахлорид титана, необходимый для орошения, в конденсаторе 13, охлаждается холодной водой, а в конденсаторе 17 – хладохолодильным рассолом (раствор CaCl_2).

Описанный технологический цикл позволяет:

- увеличить извлечение тетрахлорида титана из шихты в результате отделения частиц шихты от твердых хлоридов и последующего вовлечения первых в процесс получения парообразного тетрахлорида титана в хлораторе;
- снизить энергозатраты в результате осуществления конденсации паров тетрахлорида титана в две стадии, что резко снижает расход охлажденного четыреххлористого титана, необходимого для конденсации;
- уменьшить количество операций вследствие разделения процесса очистки парогазовой смеси от высокодисперсных твердых частиц и процесса паров тетрахлорида титана.

Список литературы

1. Титан /В.В. Гармата, А.Н. Петрунько, Н.В. Галицкий и др.- М.: Металлургия, 1983.- С. 284-306.
2. Металлургия титана/ Сергеев В.В., Галицкий Н.В., Киселев В.П. и др.- М.: Металлургия, 1984.-208 с..
3. Патент Япония. №57-20249, заявитель «Ниппон когё К.К.» М. кл. GOIG 23/02, 1982 г.

У статті описаний технологічний процес конденсації і розподілу продуктів хлорування при виробництві тетрахлориду титана, що підвищує ступінь витягу тетрахлорида титана і зменшує кількість операцій, а також енерговитрати. Основні технологічні особливості процесу полягають у тому, що відділення часток шихти роблять до охолодження парогазової суміші, а крупнодисперсних твердих хлоридів після охолодження, після чого відокремлюють високодисперсні тверді хлориди від пароподібного тетрахлориду титана, використовуючи нагрітий при конденсації до крапки роси тетрахлорид титана, потім конденсують пари тетрахлориду титана, використовуючи чистий тетрахлорид титана спочатку з температурою навколишнього середовища, а потім охолоджений до температури не нижче -23°C .

О.Г.Боднаров, доц., канд. філос. наук

Кіровоградський національний технічний університет

Політична участь і її різновиди

Як зрозуміло з попереднього викладу, політичне поведіння - це досить широка по своєму змісті категорія (політичний характер може прийняти будь-яку подію або дію, наприклад: хвороба державного діяча, гра на біржі на підвищення/зниження курсу національної валюти й т.п.), що припускає, крім усього іншого, і участь, і неучасть індивідуальних і колективних факторів у політику.

У самому загальному плані політична участь визначається як індивідуальні або групові дії з метою впливу на владу будь-якого рівня. Сучасні концепції політичної участі розглядають його як складне, багатомірне явище, що включає самий широкий набір прийомів, пов'язаних з наданням політичного впливу, і вивчають залежність його форм і ступенів активності від факторів психологічного, соціального, економічного, культурно-історичного й іншого характеру.

Політична участь - це різні форми політичної діяльності, такі як голосування, призначення політиків на посаду, робота добровольців у виборчій кампанії або участь у протесті. Тобто всі ті форми активності, метою яких є вплив на уряд.

Вступаючи в упорядковані, формалізовані відносини з іншими людьми, з різними організованими групами, людина бере участь у політичному житті. Існують три основних види політичної участі: 1) невольне й неусвідомлене, наприклад, засноване на спонтанному вольовому імпульсі, на звичаї або на якимсь примусі; 2) свідоме, але невольне - людина керується осмисленою їм потребою дотримуватися твердих норм і регламентів; 3) свідоме й вільне - особистість здатна перебороти конфлікт раціоналізованих нею необхідних, здійснити вибір і тим самим розширити границі своїх можливостей у багатомірному й політичному світі, що постійно розвивається.

Габріель Алмонд і Сідней Верба у своїй знаменитій теоретичній моделі політичної культури перший тип участі, а також його носія — політичну особистість іменують **парокіальним**, тобто обмеженими безпосередніми, найпростішими інтересами й взаємодіями; другий — **подданічним**; третій — **партиципаторним** громадянським або властиво бути в участі). Ці політологи виділили також змішані або перехідні форми участі (наприклад, подданічно-партиципаторну, для якої характерне сполучення задоволене високих вимог (суб'єктивних або об'єктивних) до політичної особистості й істотно обмежених (суб'єктивно або об'єктивно) її можливостей).

І в історії, і в сучасному громадському житті зустрічаються різноманітні форми, що еволюціонують, політичної участі. У ході фактично будь-якого значимого соціально-історичного процесу, особливо перехідного типу - від монархії до республіки, від колоніальної залежності до незалежності, від відсутності партій до багатопартійності, від